

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を発する少なくとも1つのレーザ励起光源と、画像担体が載置されるステージと、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光によって、前記画像担体上を走査して、レーザ光によって、前記画像担体を励起する走査機構と、前記画像担体から発せられた光を光電的に検出する光検出器と、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に導いて、前記画像担体にレーザ光を照射し、前記画像担体から発せられた光を前記光検出器に導く光学ヘッドとを備え、前記光学ヘッドが、前記レーザ光を前記画像担体に照射する点よりも、前記レーザ光の走査方向に対して、上流側に位置する前記画像担体の点から発せられた光を前記光検出器に導くように構成されたことを特徴とする画像読み取り装置。

【請求項2】 前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に集光させる励起光集光光学系を備え、前記レーザ光の走査方向に対して、前記励起光集光光学系の下流側に、前記画像担体から発せられた光を集光し、前記光検出器に導く検出光集光光学系を備えたことを特徴とする請求項1に記載の画像読み取り装置。

【請求項3】 前記励起光集光光学系の光軸と前記検出光集光光学系の光軸が、互いに平行になるように、前記励起光集光光学系および前記検出光集光光学系が設けられたことを特徴とする請求項2に記載の画像読み取り装置。

【請求項4】 前記励起光集光光学系の光軸と前記検出光集光光学系の光軸が所定の角度をなすように、前記励起光集光光学系および前記検出光集光光学系が設けられたことを特徴とする請求項2に記載の画像読み取り装置。

【請求項5】 前記検出光集光光学系と前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられたことを特徴とする請求項2ないし4のいずれか1項に記載の画像読み取り装置。

【請求項6】 前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に向けて指向させる第1のミラーと、前記画像担体から発せられた光を集光する集光光学系と、前記画像担体から発せられ、前記集光光学系によって集光された光を反射し、前記光検出器に導くとともに、その中央部を前記レーザ光が透過可能に構成された第2のミラーとを備え、さらに、前記第1のミラーの角度を調整する角度調整手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の画像読み取り装置。

【請求項7】 前記第2のミラーが、中央部に穴が形成された穴明きミラーによって構成されたことを特徴とす

る請求項6に記載の画像読み取り装置。

【請求項8】 前記第2のミラーと前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられたことを特徴とする請求項5または6に記載の画像読み取り装置。

【請求項9】 前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に向けて指向可能な第1のミラーと、前記第1のミラーによって前記画像担体に向けて指向されたレーザ光を、前記画像担体に集光する第1の集光光学系と、その中心が前記第1のミラーに入射するレーザ光の光路の延長線上に位置するとともに、前記レーザ光の走査方向に対して、前記第1のミラーの上流側に位置し、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に向けて指向可能な第2のミラーと、前記レーザ光の走査方向に対して、前記第1の集光光学系の上流側に位置し、前記画像担体から発せられた光を集光する第2の集光光学系と、前記画像担体から発せられ、前記第2の集光光学系によって集光された光を反射し、前記光検出器に導くとともに、その中央部を前記レーザ光が透過可能に構成された第3のミラーとを備え、前記第2のミラーが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を、前記第3のミラーの中央部および前記第2の集光光学系の中心に向けて指向するように構成され、さらに、前記光学ヘッドが、前記第1のミラーの角度を調整して、前記第1のミラーを、選択的に、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光の光路内に位置させ、あるいは、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光の光路内から退避させる角度調整手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の画像読み取り装置。

【請求項10】 前記第1の集光光学系の光軸と、前記第2の集光光学系の光軸が、互いに平行になるように、前記第1の集光光学系、前記第1のミラー、前記第2のミラー、前記第3のミラーおよび前記第2の集光光学系が配置されたことを特徴とする請求項9に記載の画像読み取り装置。

【請求項11】 前記第1の集光光学系の光軸と、前記第2の集光光学系の光軸が、所定の角度をなすように、前記第1の集光光学系、前記第1のミラー、前記第2のミラー、前記第3のミラーおよび前記第2の集光光学系が配置されたことを特徴とする請求項9に記載の画像読み取り装置。

【請求項12】 前記第3のミラーが、中央部に穴が形成された穴明きミラーによって構成されたことを特徴とする請求項9ないし11のいずれか1項に記載の画像読み取り装置。

【請求項13】 前記第3のミラーと前記光検出器との

間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられたことを特徴とする請求項9ないし12のいずれか1項に記載の画像読み取り装置。

【請求項14】 前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を反射させる第1のミラーと、前記第1のミラーによって反射された前記レーザ光を前記画像担体上に集光するとともに、前記画像担体から発せられた光を集光する集光光学系と、前記画像担体から発せられ、前記集光光学系によって集光された光を反射し、前記光検出器に導く第2のミラーとを備え、前記集光光学系によって集光された前記レーザ光の光軸と、前記画像担体から発せられ、前記集光光学系によって集光された光の光軸とが、所定の角度をなすように構成されたことを特徴とする請求項1に記載の画像読み取り装置。

【請求項15】 前記第2のミラーと前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられたことを特徴とする請求項14に記載の画像読み取り装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像読み取り装置に関するものであり、さらに詳細には、励起光の照射が完了した後においても、蛍光物質から放出される残蛍光を検出して、効率的に、かつ、高いS/N比で、蛍光画像を読み取ることできる画像読み取り装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】放射線が照射されると、放射線のエネルギーを吸収して、蓄積、記録し、その後に、特定の波長域の電磁波を用いて励起すると、照射された放射線のエネルギーの量に応じた光量の輝尽光を発する特性を有する輝尽性蛍光体を、放射線の検出材料として用い、放射性標識を付与した物質を、生物体に投与した後、その生物体あるいはその生物体の組織の一部を試料とし、この試料を、輝尽性蛍光体層が形成された蓄積性蛍光体シートと一定時間重ね合わせることにより、放射線エネルギーを輝尽性蛍光体層に含まれる輝尽性蛍光体に、蓄積、記録し、しかる後に、電磁波によって、輝尽性蛍光体層を走査して、輝尽性蛍光体を励起し、輝尽性蛍光体から放出された輝尽光を光電的に検出して、デジタル画像信号を生成し、画像処理を施して、CRTなどの表示手段上あるいは写真フィルムなどの記録材料上に、画像を生成するように構成されたオートラジオグラフィ画像検出システムが知られている（たとえば、特公平1-60784号公報、特公平1-60782号公報、特公平4

-3952号公報など）。

【0003】さらに、電子線あるいは放射線が照射されると、電子線あるいは放射線のエネルギーを吸収して、蓄積、記録し、その後に、特定の波長域の電磁波を用いて励起すると、照射された電子線あるいは放射線のエネルギーの量に応じた光量の輝尽光を発する特性を有する輝尽性蛍光体を、電子線あるいは放射線の検出材料として用い、金属あるいは非金属試料などに電子線を照射し、試料の回折像あるいは透過像などを検出して、元素分析、試料の組成解析、試料の構造解析などをおこなったり、生物体組織に電子線を照射して、生物体組織の画像を検出する電子顕微鏡による電子顕微鏡画像検出システムや、放射線を試料に照射し、得られた放射線回折像を検出して、試料の構造解析などをおこなう放射線回折画像検出システムなどが知られている（たとえば、特開昭61-51738号公報、特開昭61-93538号公報、特開昭59-15843号公報など）。

【0004】これらの蓄積性蛍光体シートを画像の検出材料として使用するシステムは、写真フィルムを用いる場合とは異なり、現像処理という化学的処理が不要であるだけでなく、得られた画像データに画像処理を施すことにより、所望のように、画像を再生し、あるいは、コンピュータによる定量解析が可能になるという利点を有している。

【0005】他方、オートラジオグラフィ画像検出システムにおける放射性標識物質に代えて、蛍光色素を標識物質として使用した蛍光 (fluorescence) 画像検出システムが知られている。この蛍光画像検出システムによれば、蛍光画像を読み取ることにより、遺伝子配列、遺伝子の発現レベル、実験用マウスにおける投与物質の代謝、吸収、排泄の経路、状態、蛋白質の分離、同定、あるいは、分子量、特性の評価などをおこなうことができ、たとえば、電気泳動されるべき複数種の蛋白質分子を含む溶液を、ゲル支持体上で、電気泳動させた後に、ゲル支持体を蛍光色素を含んだ溶液に浸すなどして、電気泳動された蛋白質を染色し、励起光によって、蛍光色素を励起して、生じた蛍光を検出することによって、画像を生成し、ゲル支持体上の蛋白質分子の位置および量的分布を検出したりすることができる。あるいは、ウェスタン・ブロッティング法により、ニトロセルロースなどの転写支持体上に、電気泳動された蛋白質分子の少なくとも一部を転写し、目的とする蛋白質に特異的に反応する抗体を蛍光色素で標識して調製したプローブと蛋白質分子とを会合させ、特異的に反応する抗体にのみ結合する蛋白質分子を選択的に標識し、励起光によって、蛍光色素を励起して、生じた蛍光を検出することにより、画像を生成し、転写支持体上の蛋白質分子の位置および量的分布を検出したりすることができる。また、電気泳動させるべき複数のDNA断片を含む溶液中に、蛍光色素を加えた後に、複数のDNA断片をゲル支持体上で電

気泳動させ、あるいは、蛍光色素を含有させたゲル支持体上で、複数のDNA断片を電気泳動させ、あるいは、複数のDNA断片を、ゲル支持体上で、電気泳動させた後に、ゲル支持体を、蛍光色素を含んだ溶液に浸すなどして、電気泳動されたDNA断片を標識し、励起光により、蛍光色素を励起して、生じた蛍光を検出することにより、画像を生成し、ゲル支持体上のDNAを分布を検出したり、あるいは、複数のDNA断片を、ゲル支持体上で、電気泳動させた後に、DNAを変性(denaturation)し、次いで、サザン・ブロットング法により、ニトロセルロースなどの転写支持体上に、変性DNA断片の少なくとも一部を転写し、目的とするDNAと相補的なDNAもしくはRNAを蛍光色素で標識して調製したプローブと変性DNA断片とをハイブリダイズさせ、プローブDNAもしくはプローブRNAと相補的なDNA断片のみを選択的に標識し、励起光によって、蛍光色素を励起して、生じた蛍光を検出することにより、画像を生成し、転写支持体上の目的とするDNAの分布を検出したりすることができる。さらに、標識物質によって標識した目的とする遺伝子を含むDNAと相補的なDNAプローブを調製して、転写支持体上のDNAとハイブリダイズさせ、酵素を、標識物質により標識された相補的なDNAと結合させた後、蛍光基質と接触させて、蛍光基質を蛍光を発する蛍光物質に変化させ、励起光によって、生成された蛍光物質を励起して、生じた蛍光を検出することにより、画像を生成し、転写支持体上の目的とするDNAの分布を検出したりすることもできる。この蛍光画像検出システムは、放射性物質を使用することなく、簡易に、遺伝子配列などを検出することができるという利点がある。

【0006】また、同様に、蛋白質や核酸などの生体由来の物質を支持体に固定し、化学発光基質と接触させることによって化学発光を生じさせる標識物質により、選択的に標識し、標識物質によって選択的に標識された生体由来の物質と化学発光基質とを接触させて、化学発光基質と標識物質との接触によって生ずる可視光波長域の化学発光を、光電的に検出して、デジタル画像信号を生成し、画像処理を施して、CRTなどの表示手段あるいは写真フィルムなどの記録材料上に、化学発光画像を再生して、遺伝子情報などの生体由来の物質に関する情報を得るようにした化学発光検出システムも知られている。

【0007】これらのオートラジオグラフィ画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システム、放射線回折画像検出システム、蛍光画像検出システム、化学発光画像検出システムは、同様の目的に使用されるものであるため、これらのシステムに共通して、使用できる画像読み取り装置の開発が望まれている。

【0008】そこで、蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出

システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して使用可能な画像読み取り装置がすでに提案されている。

【0009】これらのシステムにおいては、励起光を用いて、輝尽性蛍光体あるいは蛍光物質を励起し、輝尽性蛍光体から発せられた輝尽光あるいは蛍光物質から発せられた蛍光を光検出器によって、光電的に検出して、画像を読み取るものであり、したがって、励起光が光検出器によって検出されると、ノイズとなるために、これらのシステムのための画像読み取り装置は、光学フィルタを用いて、励起光をカットし、光検出器に入射しないように構成されている。

【0010】しかしながら、光学フィルタを用いて、励起光が光検出器に入射することを完全に防止することは困難であるため、蛍光画像検出システムにあっては、励起光の照射が完了した後もなお、蛍光物質から放出される残蛍光を検出することによって、励起光の影響を除去し、S/N比を向上させる方法が提案されている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、蛍光画像検出システムにおいては、残蛍光を検出することによって、励起光の影響を除去して、S/N比を向上させることが可能になるが、従来の蛍光画像検出システム用の画像読み取り装置は、蓄積性蛍光体シートを画像の検出材料として用いるオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと共通して、使用可能なように構成され、蓄積性蛍光体シートを用いるオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムにおいては、輝尽性蛍光体から発せられる輝尽光は、励起光の照射後、その強度がただちに低くなるため、励起によって、放出された輝尽光あるいは蛍光をただちに光電検出するように構成されており、したがって、従来の蛍光画像検出システム用の画像読み取り装置においては、残蛍光を検出するためには、励起光源を、機械的に断続的に、オン・オフしつつ、励起光によって、転写支持体やゲル支持体を走査し、励起光源がオフされている間に、残蛍光を検出する以外に方法がなかった。

【0012】しかしながら、たとえば、12000r.p.m.のモータに直結した4枚羽根で、励起光を機械的に断続して、オン・オフさせることのできる周期はミリ秒のオーダーであり、このような周期で、励起光を断続的にオン・オフさせて、蛍光を検出する場合には、転写支持体やゲル支持体の全面を励起光によって、走査するのに多大な時間を要し、効率的でないという問題があった。

【0013】したがって、本発明の目的は、励起光の照

射が完了した後においても、蛍光物質から放出される残蛍光を検出して、効率的に、かつ、高いS/N比で、蛍光画像を読み取ることのできる画像読み取り装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のかかる目的は、レーザ光を発する少なくとも1つのレーザ励起光源と、画像担体が載置されるステージと、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光によって、前記画像担体上を走査して、レーザ光によって、前記画像担体を励起する走査機構と、前記画像担体から発せられた光を光電的に検出する光検出器と、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に導いて、前記画像担体にレーザ光を照射し、前記画像担体から発せられた光を前記光検出器に導く光学ヘッドとを備え、前記光学ヘッドが、前記レーザ光を前記画像担体に照射する点よりも、前記レーザ光の走査方向に対して、上流側に位置する前記画像担体の点から発せられた光を前記光検出器に導くように構成された画像読み取り装置によって達成される。

【0015】本発明において、レーザ光を画像担体に照射する点よりも、レーザ光の走査方向に対して、上流側に位置する画像担体の点とは、走査機構によって、レーザ光が移動されるか、画像担体が移動されるかにかかわらず、その時点以前に、レーザ光が照射された画像担体上の点を指している。また、本発明において、残蛍光とは、励起光の照射が完了した後もなお、蛍光物質から放出される蛍光をいう。

【0016】本発明によれば、少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を画像担体に導いて、画像担体にレーザ光を照射し、画像担体から発せられた光を光検出器に導く光学ヘッドが、レーザ光を画像担体に照射する点よりも、レーザ光の走査方向に対して、上流側に位置する画像担体の点から発せられた光を光検出器に導くように構成されているから、画像担体から発せられ、光学ヘッドによって、光検出器に導かれて、光電的に検出される光は、レーザ光によって励起された後、レーザ光が走査されるのにもなって、レーザ光が照射されなくなった画像担体の部分から発せられた光であり、したがって、レーザ励起光源を断続的にオン・オフさせなくても、残蛍光を光電的に検出することができ、効率的に、かつ、高いS/N比で、残蛍光を光電的に検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になる。

【0017】本発明の好ましい実施態様においては、前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に集光させる励起光集光光学系を備え、前記レーザ光の走査方向に対して、前記励起光集光光学系の下流側に、前記画像担体から発せられた光を集光し、前記光検出器に導く検出光集光光学系を備えている。

【0018】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記励起光集光光学系の光軸と前記検出光集光光学系の光軸が、互いに平行になるように、前記励起光集光光学系および前記検出光集光光学系が設けられている。

【0019】本発明のさらに別の好ましい実施態様においては、前記励起光集光光学系の光軸と前記検出光集光光学系の光軸が所定の角度をなすように、前記励起光集光光学系および前記検出光集光光学系が設けられている。

【0020】本発明のさらに別の好ましい実施態様によれば、レーザ光が照射されなくなった後、短時間で、残蛍光を検出することができるよう、スペース上の制約を受けることなく、励起光集光光学系と検出光集光光学系を配置することが可能になるから、短時間で、発光されなくなる残蛍光を、高い光量で検出することができる。

【0021】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記検出光集光光学系と前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられている。

【0022】本発明のさらに好ましい実施態様によれば、検出光集光光学系と光検出器との間に、画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、画像担体から発せられ、光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0023】本発明の別の好ましい実施態様においては、前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に向けて指向させる第1のミラーと、前記画像担体から発せられた光を集光する集光光学系と、前記画像担体から発せられ、前記集光光学系によって集光された光を反射し、前記光検出器に導くとともに、その中央部を前記レーザ光が透過可能に構成された第2のミラーとを備え、さらに、前記第1のミラーの角度を調整する角度調整手段を備えている。

【0024】本発明のさらに別の好ましい実施態様によれば、角度調整手段によって、第1のミラーの角度を調整して、集光光学系の中心に対向する画像担体の部分よりも、レーザ光の走査方向に対して、下流側に位置する画像担体の部分に、レーザ光を入射させることによって、レーザ光によって励起された後、レーザ光が走査されるのにもなって、レーザ光が照射されなくなった画像担体の部分から発せられた残蛍光を、集光光学系によって集光し、第2のミラーによって、光検出器に導いて、光電的に検出させることができ、効率的に、かつ、

高いS/N比で、残蛍光を光電的に検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になり、他方、角度調整手段によって、第1のミラーの角度を調整して、レーザ光が集光光学系の中心を通るように、レーザ光を指向させることによって、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層を励起して、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層から放出された輝尽光を、集光光学系によって集光し、第2のミラーによって、光検出器に導いて、光電的に検出させることができ、画像読み取り装置を、蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像

検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して使用することが可能になる。

【0025】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第2のミラーが、中央部に穴が形成された穴明きミラーによって構成されている。

【0026】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第2のミラーと前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられている。

【0027】本発明のさらに好ましい実施態様によれば、第2のミラーと光検出器との間に、画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、画像担体から発せられ、光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0028】本発明の別の好ましい実施態様においては、前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に向けて指向可能な第1のミラーと、前記第1のミラーによって前記画像担体に向けて指向されたレーザ光を、前記画像担体に集光する第1の集光光学系と、その中心が前記第1のミラーに入射するレーザ光の光路の延長線上に位置するとともに、前記レーザ光の走査方向に対して、前記第1のミラーの上流側に位置し、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を前記画像担体に向けて指向可能な第2のミラーと、前記レーザ光の走査方向に対して、前記第1の集光光学系の上流側に位置し、前記画像担体から発せられた光を集光する第2の集光光学系と、前記画像担体から発せられ、前記第2の集光光学系によって集光された光を反射し、前記光検出器に導くとともに、その中央部を前記レーザ光が透過可能に構成された第3のミラーとを備え、前記第2のミラーが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を、前記第3のミラーの中央部および前記第

2の集光光学系の中心に向けて指向するように構成され、さらに、前記光学ヘッドが、前記第1のミラーの角度を調整して、前記第1のミラーを、選択的に、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光の光路内に位置させ、あるいは、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光の光路内から退避させる角度調整手段を備えている。

【0029】本発明の別の好ましい実施態様によれば、第1のミラーを、レーザ励起光源から発せられたレーザ光の光路内に位置させて、レーザ光を第1の集光光学系に導き、画像担体上に集光させることによって、レーザ光の走査方向に対して、第1の集光光学系の上流側に位置する第2の集光光学系によって、画像担体から発せられた光を集光し、第3のミラーによって反射して、光検出器に導くことにより、レーザ光によって励起された後、レーザ光が走査されるのとはなって、レーザ光が照射されなくなった画像担体の部分から発せられた残蛍光を、光検出器に導いて、光電的に検出させることができ、効率的に、かつ、高いS/N比で、残蛍光を光電的に検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になり、他方、角度調整手段によって、第1のミラーの角度を調整して、第1のミラーを、レーザ励起光源から発せられたレーザ光の光路内から退避させて、レーザ励起光源から発せられたレーザ光を第2のミラーに導き、第3のミラーの中央部および第2の集光光学系の中心を透過させて、画像担体に導くことによって、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層を励起して、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層から放出された輝尽光を、第2の集光光学系によって集光し、第3のミラーによって、光検出器に導いて、光電的に検出させることができ、画像読み取り装置を、蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して使用することが可能になる。

【0030】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第1の集光光学系の光軸と、前記第2の集光光学系の光軸が、互いに平行になるように、前記第1の集光光学系、前記第1のミラー、前記第2のミラー、前記第3のミラーおよび前記第2の集光光学系が配置されている。

【0031】本発明のさらに別の好ましい実施態様においては、前記第1の集光光学系の光軸と、前記第2の集光光学系の光軸が、所定の角度をなすように、前記第1の集光光学系、前記第1のミラー、前記第2のミラー、前記第3のミラーおよび前記第2の集光光学系が配置されている。

【0032】本発明のさらに別の好ましい実施態様によれば、レーザ光が照射されなくなった後、短時間で、残蛍光を検出することができるように、スペース上の制約

を受けることなく、第1の集光光学系、第1のミラー、第2のミラー、第3のミラーおよび第2の集光光学系を配置することが可能になるから、短時間で、発光されなくなる残蛍光を、高い光量で検出することができる。

【0033】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第2のミラーが、中央部に穴が形成された穴明きミラーによって構成されている。

【0034】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第3のミラーと前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられている。

【0035】本発明のさらに好ましい実施態様によれば、第3のミラーと光検出器との間に、画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、画像担体から発せられ、光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0036】本発明のさらに別の好ましい実施態様によれば、前記光学ヘッドが、前記少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられたレーザ光を反射させる第1のミラーと、前記第1のミラーによって反射された前記レーザ光を前記画像担体上に集光するとともに、前記画像担体から発せられた光を集光する集光光学系と、前記画像担体から発せられ、前記集光光学系によって集光された光を反射し、前記光検出器に導く第2のミラーとを備え、前記集光光学系によって集光された前記レーザ光の光軸と、前記画像担体から発せられ、前記集光光学系によって集光された光の光軸とが、所定の角度をなすように構成されている。

【0037】本発明のさらに別の好ましい実施態様によれば、少なくとも1つのレーザ励起光源から発せられ、第1のミラーによって反射されたレーザ光を画像担体に集光する集光光学系と、画像担体から発せられた光を集光する集光光学系とが、共用されているので、光学ヘッドの部品点数を減らすことが可能になる。

【0038】本発明のさらに好ましい実施態様においては、前記第2のミラーと前記光検出器との間に、前記画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、前記画像担体から発せられ、前記光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられている。

【0039】本発明のさらに好ましい実施態様によれば、第2のミラーと光検出器との間に、画像担体から発せられた光の光路中心とその中心が一致し、画像担体から発せられ、光検出器によって検出されるべき光のみを通過させる絞りが設けられているから、励起光をカット

して、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0040】

【発明の好ましい実施の形態】以下、添付図面に基いて、本発明の好ましい実施態様につき、詳細に説明を加える。

【0041】図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置の略斜視図であり、図2は、図1に示される光学ヘッドの内部構造を示す透視図であり、図3は、フォトマルチプライア近傍の詳細を示す略斜視図、図4は、図2のA-A線に沿った略断面図である。

【0042】図1に示されるように、本実施態様にかかる画像読み取り装置は、640nmの波長のレーザ光4を発する第1のレーザ励起光源1と、532nmの波長のレーザ光4を発する第2のレーザ励起光源2と、473nmの波長のレーザ光4を発する第3のレーザ励起光源3とを備えている。本実施態様においては、第1のレーザ励起光源は、半導体レーザ光源によって構成され、第2のレーザ励起光源2および第3のレーザ励起光源3は、第二高調波生成(Second Harmonic Generation)素子によって構成されている。

【0043】第1のレーザ励起光源1により発生されたレーザ光4は、コリメータレンズ5によって、平行な光とされた後、ミラー6によって反射される。第1のレーザ励起光源1によって発生されたレーザ光4の光路には、640nmのレーザ光4を透過し、532nmの波長の光を反射する第1のダイクロイックミラー7および532nm以上の波長の光を透過し、473nmの波長の光を反射する第2のダイクロイックミラー8が設けられており、第1のレーザ励起光源1により発生され、ミラー6によって反射されたレーザ光4は、第1のダイクロイックミラー7および第2のダイクロイックミラー8を透過し、ミラー9に入射する。

【0044】他方、第2のレーザ励起光源2より発生されたレーザ光4は、コリメータレンズ10によって、平行な光とされた後、第1のダイクロイックミラー7によって反射されて、その向きが90度変えられ、第2のダイクロイックミラー8を透過して、ミラー9に入射する。

【0045】さらに、第3のレーザ励起光源3から発生されたレーザ光4は、コリメータレンズ11によって、平行な光とされた後、第2のダイクロイックミラー8によって反射されて、その向きが90度変えられ、ミラー9に入射する。

【0046】ミラー9に入射したレーザ光4は、ミラー9によって反射され、さらに、ミラー12に入射して反射される。ミラー12によって反射されたレーザ光4は、さらに、ミラー13によって反射され、光学ヘッド15に入射する。

【0047】図2に示されるように、光学ヘッド15は、主走査方向に、間隔をもって配置されたミラー16およびミラー18と、主走査方向に、間隔をもって配置され、ミラー16およびミラー18と対応する位置に設けられた凸レンズ17および凸レンズ19と、絞り部材23とを備えている。絞り部材23には、絞り24が設けられている。ここに、主走査方向における凸レンズ17の中心と凸レンズ19の中心とは、距離L1に等しくなるように設定されている。光学ヘッド15は、後述する走査機構によって、主走査方向および副走査方向に移動されるように構成されている。また、光学ヘッド15は交換可能に構成され、本実施態様にかかる画像読み取り装置は、光学ヘッド15を交換することによって、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光色素によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像および蓄積性蛍光体シートに設けられた輝尽性蛍光体層に記録された放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取り可能に構成されている。

【0048】光学ヘッド15に入射したレーザ光4は、ミラー16によって反射され、凸レンズ17によって、ステージ20のガラス板21上に載置された画像担体22の表面上に集光される。

【0049】図1および図2においては、画像担体22は、蛍光物質を含んだゲル支持体あるいは転写支持体により構成されており、本実施態様においては、画像担体22は、蛍光色素によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を担持している。

【0050】蛍光色素によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像は、たとえば、ゲル支持体上の電気泳動された蛋白質を、SYPRO Ruby（登録商標）によって染色して、標識することによって、ゲル支持体に記録される。

【0051】蛍光色素によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像が記録されている画像担体22に、レーザ光4が入射されると、ゲル支持体に含まれている蛍光色素が励起されて、蛍光が発せられる。

【0052】このように、レーザ光4が画像担体22の励起点35に入射すると、画像担体22に含まれた蛍光色素が励起され、励起点35から蛍光が発せられるが、本実施態様においては、励起点35から放出された蛍光は、後述するフォトマルチプライアには導かれず、光学ヘッド15が後述する走査機構によって、主走査方向に移動され、励起点35が凸レンズ19に対向する検出点36に移動した際に、検出点に位置する蛍光色素から発せられた残蛍光25を、フォトマルチプライアに導いて、光電的に検出するように構成されている。

【0053】SYPRO Ruby（登録商標）などの蛍光色素は、レーザ光4によって励起されると、蛍光を発するが、レーザ光4が走査された結果、レーザ光4が照射されなくなっても、引き続き、残蛍光と呼ばれる

蛍光を発する性質を有している。本実施態様にかかる画像読み取り装置は、この残蛍光を光電的に検出して、画像担体22が担持している蛍光画像を読み取るように構成されている。

【0054】画像担体22の検出点36から発せられた残蛍光25は、凸レンズ19によって、平行な光にされ、ミラー18によって反射されて、凹面ミラー26に入射する。凹面ミラー26に入射した残蛍光25は、凹面ミラー27に集光される。

【0055】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射されて、フィルタユニット28に入射し、所定の波長域の光がカットされて、フォトマルチプライア30に入射し、光電的に検出される。

【0056】図3に示されるように、フィルタユニット28は、4つのフィルタ部材31a、31b、31c、31dを備えており、フィルタユニット28は、モータ（図示せず）によって、図3において、左右方向に移動可能に構成されている。

【0057】図4は、図3のA-A線に沿った略断面図である。

【0058】図4に示されるように、フィルタ部材31aはフィルタ32aを備え、フィルタ32aは、第1のレーザ励起光源1を用いて、画像担体22に含まれている蛍光色素を励起し、蛍光を読み取るときに使用されるフィルタであり、640nmの波長の光をカットし、640nmよりも波長の長い光を透過する性質を有している。

【0059】図5は、図3のB-B線に沿った略断面図である。

【0060】図5に示されるように、フィルタ部材31bはフィルタ32bを備え、フィルタ32bは、第2のレーザ励起光源2を用いて、画像担体22に含まれている蛍光色素を励起し、蛍光を読み取るときに使用されるフィルタ部材であり、532nmの波長の光をカットし、532nmよりも波長の長い光を透過する性質を有している。

【0061】図6は、図3のC-C線に沿った略断面図である。

【0062】図6に示されるように、フィルタ部材31cはフィルタ32cを備え、フィルタ32cは、第3のレーザ励起光源3を用いて、画像担体22に含まれている蛍光色素を励起し、蛍光を読み取るときに使用されるフィルタ部材であり、473nmの波長の光をカットし、473nmよりも波長の長い光を透過する性質を有している。

【0063】図7は、図3のD-D線に沿った略断面図である。

【0064】図7に示されるように、フィルタ部材31dはフィルタ32dを備え、フィルタ32dは、画像担

体22が蓄積性蛍光体シートである場合に、第1のレーザ励起光源1を用いて、蓄積性蛍光体シートに含まれた輝尽性蛍光体を励起し、輝尽性蛍光体から発せられた輝尽光を読み取る時に使用されるフィルタであり、輝尽性蛍光体から発光される輝尽光の波長域の光のみを透過し、640nmの波長の光をカットする性質を有している。

【0065】したがって、使用するべきレーザ励起光源、すなわち、画像担体22の種類および蛍光色素の種類に応じて、フィルタ部材31a、31b、31c、31dを選択的にフォトマルチプライア30の前面に位置させることによって、フォトマルチプライア30は、検出すべき光のみを光電的に検出することができる。

【0066】フォトマルチプライア30によって光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0067】図8は、光学ヘッドの走査機構の略平面図である。図8においては、簡易化のため、光学ヘッド15を除く光学系ならびにレーザ光4および蛍光25あるいは輝尽光25の光路は省略されている。

【0068】図8に示されるように、光学ヘッド15を走査する走査機構は、基板40を備え、基板40上には、副走査パルスモータ41と一對のレール42、42とが固定され、基板40上には、さらに、図8において、矢印Yで示された副走査方向に、移動可能な基板43とが設けられている。

【0069】移動可能な基板43には、ねじが切られた穴（図示せず）が形成されており、この穴内には、副走査パルスモータ41によって回転されるねじが切られたロッド44が係合している。

【0070】移動可能な基板43上には、主走査パルスモータ45が設けられ、主走査パルスモータ45はエンドレスベルト46を駆動可能に構成されている。光学ヘッド15は、エンドレスベルト46に固定されており、主走査パルスモータ45によって、エンドレスベルト46が駆動されると、図8において、矢印Xで示された主走査方向に移動されるように構成されている。図8において、47は、光学ヘッド15の主走査方向における位置を検出するリニアエンコーダであり、48は、リニアエンコーダ47のスリットである。

【0071】したがって、主走査パルスモータ45によって、エンドレスベルト46が主走査方向に駆動され、副走査パルスモータ41によって、基板43が副走査方向に移動されることによって、光学ヘッド15は、図8において、X方向およびY方向に移動され、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査される。

【0072】ここに、光学ヘッド15は、基板43から取り外して、交換可能に構成されており、図2に示された光学ヘッド15は、ゲル支持体あるいは転写支持体な

どに記録された蛍光色素によって標識された蛋白質のの蛍光画像を読み取る場合に用いられるもので、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたオートラジオグラフィ画像を読み取る場合は、図2に示された光学ヘッド15を取り外し、別の光学ヘッドが、基板43に取り付けられる。

【0073】移動可能な基板43に設けられた主走査パルスモータ45は、エンドレスベルト46を主走査方向に駆動し、光学ヘッド15はエンドレスベルト46の動きに連動して、V1メートル/秒の速度で、主走査方向に駆動される。光学ヘッド15の主走査方向における位置は、光学ヘッド15に取り付けられたリニアエンコーダ47がスリット48の数をカウントすることによって、モニターされる。一方、基板40に設けられた副走査パルスモータ41は、ロッド44を回転駆動し、基板43はロッド44の回転に連動して、一對のレール42、42に沿って、副走査方向に移動される。

【0074】図9は、本発明の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置の制御系、入力系および駆動系を示すブロックダイアグラムである。

【0075】図9に示されるように、画像読み取り装置の制御系は、画像読み取り装置全体を制御するコントロールユニット50を備えており、また、画像読み取り装置の入力系は、オペレータによって操作され、種々の指示信号を入力可能なキーボード51を備えている。

【0076】図9に示されるように、画像読み取り装置の駆動系は、4つのフィルタ部材31a、31b、31c、31dを備えたフィルタユニット28を移動させるフィルタユニットモータ52を備えている。

【0077】コントロールユニット50は、第1のレーザ励起光源1、第2のレーザ励起光源2または第3のレーザ励起光源3に選択的に駆動信号を出力するとともに、フィルタユニットモータ52に駆動信号を出力可能に構成されている。

【0078】以上のように構成された本実施態様にかかる画像読み取り装置は、以下のようにして、転写支持体あるいはゲル支持体に担持された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取り、デジタル画像データを生成する。

【0079】まず、画像担体22であるゲル支持体がステージ20のガラス板21上にセットされる。

【0080】次いで、オペレータによって、キーボード51を通じて、試料を標識している蛍光物質の種類が特定される。本実施態様においては、キーボード51を通じて、SYPRO Ruby（登録商標）が入力され、ゲル支持体に担持された蛍光画像を読み取るべき旨の指示信号が入力される。

【0081】キーボード51に入力された指示信号およ

び試料を標識している蛍光物質の種類は、コントロールユニット50に入力され、コントロールユニット50は、指示信号を受けると、メモリ（図示せず）に記憶されているテーブルにしたがって、使用するべきレーザ励起光源を決定するとともに、フィルタ32a、32b、32c、32dのいずれを蛍光25の光路内に位置させるかを決定する。

【0082】試料がSYPRO Ruby（登録商標）によって標識されているときは、SYPRO Rubyは、473nmの波長のレーザによって、効率的に励起

【0083】次いで、コントロールユニット50は、第3のレーザ励起光源3に駆動信号を出力し、第3のレーザ励起光源3を起動させ、473nmの波長のレーザ光4を

【0084】第3のレーザ励起光源3から発せられたレーザ光4は、コリメータレンズ11によって、平行な光とされた後、第2のダイクロイックミラー8に入射して、反射される。

【0085】第2のダイクロイックミラー8によって反射されたレーザ光4は、ミラー9に入射する。

【0086】ミラー9に入射したレーザ光4は、ミラー9によって反射され、さらに、ミラー12に入射して反射される。ミラー12によって反射されたレーザ光4は、さらに、ミラー13によって反射され、光学ヘッド15に入射する。

【0087】図2に示されるように、光学ヘッド15に入射したレーザ光4は、ミラー16および凸レンズ17を介して、画像担体22の励起点35に導かれる。

【0088】レーザ光4が照射されると、画像担体22の励起点35に位置する蛍光物質、本実施態様においては、SYPRO Ruby（登録商標）が励起されて、蛍光が発せられるが、図2に示されるように、本実施態様においては、レーザ光4が照射された際に、励起点35に位置する蛍光物質から発せられた蛍光は、フォトマルチプライア30には導かれず、主走査パルスモータ45によって、光学ヘッド15が、主走査方向に、凸レンズ17の中心と凸レンズ19の中心との距離に等しい距離L1メートルだけ移動されて、励起点35が検出点36の位置に達したときに、検出点36に位置する蛍光色素から発せられる残蛍光25が、光学ヘッド15によって受光され、凸レンズ19によって集光される。

【0089】したがって、光学ヘッド15は、主走査パルスモータ45によって、主走査方向にV1メートル／

秒の速度で走査されるので、凸レンズ19によって集光される残蛍光25は、画像担体22の励起点35にレーザ光4が照射されてから、L1/V1秒後に、励起点35に位置する蛍光色素から発せられた蛍光となる。

【0090】図10は、レーザ光4による励起のタイミングと、SYPRO Rubyなどの蛍光色素から発せられる蛍光の強度との時間的関係を示すグラフである。

【0091】図10に示されるように、レーザ光4が画像担体22に含まれた蛍光色素に照射されると、蛍光色素はただちに、蛍光を発する。蛍光色素から発せられる蛍光の強度は、レーザ光4が照射されている期間に最大となるが、光学ヘッド15が主走査方向に移動された結果、レーザ光4が照射されなくなっても、蛍光色素から発せられる蛍光は直ちには消失せず、徐々に低下していく。本明細書においては、レーザ光4が照射されているときに、蛍光色素から発せられる蛍光を、同時蛍光と呼び、レーザ光4が照射されなくなった後に、蛍光色素から発せられる蛍光を残蛍光と呼ぶ。

【0092】図10から明らかなように、蛍光色素が残蛍光を発する時点では、レーザ光4はその蛍光色素に照射されていないから、残蛍光を検出する場合には、励起光であるレーザ光4をカットして、蛍光色素から放出された蛍光のみを確実に検出することが可能になる。

【0093】すなわち、図10から明らかなように、L1/V1が、蛍光色素にレーザ光4が照射されなくなった後、蛍光色素が残蛍光を発している時間であるL/Vに該当するように、主走査方向における凸レンズ17の中心と凸レンズ19の中心との距離L1と、主走査速度V1とを選択すれば、残蛍光25を検出することが可能になる。

【0094】画像担体22の励起点35が検出点36に達したときに、検出点36に位置する蛍光色素から発せられた残蛍光25は、凸レンズ19によって、平行な光とされた後、ミラー18によって反射され、さらに、絞り部材23に設けられた絞り24を通過して、凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー26によって、凹面ミラー27に集光される。ここに、絞り24は、検出点36に位置する蛍光色素から発せられ、ミラー18によって反射された残蛍光25のみを通過させるように形成され、その中心は残蛍光25の光路中心と一致している。

【0095】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32cに入射する。

【0096】フィルタ32cは、473nmの波長の光をカットし、473nmよりも波長の長い光を透過する性質を有しているので、さらに、励起光である473nmの波長の光がカットされ、ゲル支持体に含まれ、試料を標識している蛍光物質、たとえば、SYPRO Ruby（登録商標）から放出された残蛍光25の波長域の

10

20

30

40

50

光のみがフィルタ32cを透過して、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0097】前述のように、光学ヘッド15は、基板42に設けられた主走査バースモータ44によって、基板42上を、図8において、X方向に移動されるとともに、副走査バースモータ41によって、基板42が、図8において、Y方向に移動されるため、ゲル支持体の全面がレーザ光4によって走査される。したがって、ゲル支持体に含まれ、試料を標識している蛍光色素、たとえば、SYPRO Rubyから放出された残蛍光25を、フォトマルチプライア30によって光電的に検出することによって、ゲル支持体に記録された蛍光画像を読み取り、アナログ画像データを生成することができる。

【0098】フォトマルチプライア30によって、残蛍光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0099】一方、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたサザン・ブロット・ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子中の放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取る場合には、光学ヘッド15を取り外し、別の光学ヘッドが取り付けられる。

【0100】図11は、オートラジオグラフィ画像を読み取る場合に用いられる光学ヘッドの略縦断面図である。

【0101】図11に示されるように、光学ヘッド55は、ミラー56と、中央部に穴57が形成された穴明きミラー58と、凸レンズ59と、絞り部材23とを備えている。絞り部材23には、絞り24が設けられている。

【0102】本実施態様にかかる画像読み取り装置は、以下のようにして、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取り、デジタル画像データを生成する。

【0103】放射性標識物質の位置情報は、以下のようにして、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録される。ここに、位置情報とは、試料中における放射性標識物質もしくはその集合体の位置を中心とした各種の情報、たとえば、試料中に存在する放射性標識物質の集合体の存在位置と形状、その位置における放射性標識物質の濃度、分布などからなる情報の一つもしくは任意の組み合わせとして得られる各種の情報を意味するものである。

【0104】たとえば、サザン・ブロット・ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子中の放射性標識物質の位置情報を、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録する場合には、まず、目的とする遺伝子か

らなるDNA断片を含む複数のDNA断片を、ゲル支持媒体上で、電気泳動をおこなうことにより、分離展開し、アルカリ処理により変性(denaturation)して、一本鎖のDNAとする。

【0105】次いで、公知のサザン・ブロットニング法によって、このゲル支持媒体とニトロセルロースフィルタなどの転写支持体とを重ね合わせ、転写支持体上に、変性DNA断片の少なくとも一部を転写して、加温処理および紫外線照射により、固定する。

【0106】さらに、目的とする遺伝子のDNAと相補的なDNAあるいはRNAを放射性標識するなどの方法によって調製したプローブと転写支持体上の変性DNA断片とを、加温処理によって、ハイブリタイズさせ、二本鎖のDNAの形成(reannealing)またはDNA・RNA結合体の形成をおこなう。このとき、転写支持体上の変性DNA断片は固定されているので、プローブDNAまたはプローブRNAと相補的なDNA断片のみが、ハイブリタイズして、放射性標識プローブを捕獲する。

【0107】しかる後に、適当な溶液で、ハイブリッドを形成しなかったプローブを洗い流すことにより、転写支持体上では、目的遺伝子を有するDNA断片のみが、放射性標識が付与されたDNAまたはRNAとハイブリッドを形成し、放射性標識が付与される。その後、乾燥させた転写支持体と蓄積性蛍光体シートとを、一定時間重ね合わせて、露光操作をおこなうことによって、転写支持体上の放射性標識物質から放出される放射線の少なくとも一部が、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に吸収され、試料中の放射性標識物質の位置情報が、画像の形で、輝尽性蛍光体層に蓄積記録される。

【0108】まず、画像担体22である蓄積性蛍光体シートが、画像読み取り装置のステージ20のガラス板21上にセットされる。

【0109】次いで、オペレータによって、キーボード51に、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取るべき旨の指示信号が入力される。

【0110】キーボード51に入力された指示信号は、コントロールユニット50に入力され、コントロールユニット50は、指示信号にしたがって、フィルタユニットモータ52に駆動信号を出力し、フィルタユニット28を移動させ、輝尽性蛍光体から発光される輝尽光の波長域の光のみを透過し、640nmの波長の光をカットする性質を有するフィルタ32dを備えたフィルタ部材31dを、輝尽光25の光路内に位置させる。

【0111】次いで、コントロールユニット50は、第1のレーザ励起光源1に駆動信号を出力し、第1のレーザ励起光源1を起動させ、640nmの波長のレーザ光4を発せさせる。

【0112】第1のレーザ励起光源1から発せられたレーザ光4は、コリメータレンズ5によって、平行な光とされた後、ミラー6に入射して、反射される。

【0113】ミラー6によって反射されたレーザ光4は、第1のダイクロイックミラー7および第2のダイクロイックミラー8を透過し、ミラー9に入射する。

【0114】ミラー9に入射したレーザ光4は、ミラー9によって反射され、さらに、ミラー12に入射して反射される。ミラー12によって反射されたレーザ光4は、さらに、ミラー13によって反射され、光学ヘッド55に入射する。

【0115】光学ヘッド55に入射したレーザ光4は、ミラー56によって反射され、穴明きミラー58に形成された穴57を通過して、凸レンズ59によって、ステージ20のガラス板21上に載置された蓄積性蛍光体シートの輝尽性蛍光体層に集光される。

【0116】その結果、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に含まれる輝尽性蛍光体が、レーザ光4によって励起されて、輝尽性蛍光体から輝尽光25が放出される。

【0117】輝尽性蛍光体から放出された輝尽光25は、光学ヘッド55の凸レンズ59によって、平行な光とされた後、穴明きミラー58に入射する。

【0118】輝尽光25は、穴明きミラー58によって反射され、絞り部材23に設けられた絞り24を通過して、凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー27に集光される。ここに、絞り24は、輝尽性蛍光体から放出され、穴明きミラー58によって反射された輝尽光25のみを通過させるように形成され、その中心は輝尽光25の光路中心と一致している。

【0119】凹面ミラー27に集光された輝尽光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32dに入射する。

【0120】フィルタ32dは、輝尽性蛍光体から発光される輝尽光の波長域の光のみを透過し、640nmの波長の光をカットする性質を有しているため、励起光である640nmの波長の光がカットされ、輝尽光の波長域の光のみがフィルタ32dを透過して、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0121】前述のように、光学ヘッド65は、基板42に設けられた主走査バースモータ44によって、基板42上を、図8において、X方向に移動されるとともに、副走査バースモータ41によって、基板42が、図8において、Y方向に移動されるため、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層の全面がレーザ光4によって走査され、輝尽性蛍光体層に含まれた輝尽性蛍光体から放出された輝尽光を、フォトマルチプライア30によって光電的に検出することによって、輝尽性蛍光体層に記録された放射性標識物質の位置情報に関するオー

トラジオグラフィ画像を読み取り、アナログ画像データを生成することができる。

【0122】フォトマルチプライア30によって光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0123】本実施態様によれば、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、励起光であるレーザ光4が照射されていない蛍光色素から放出される残蛍光25を検出しているため、レーザ光4が画像データ中にノイズを生成することを防止することができ、S/N比を向上させることが可能となる。

【0124】また、本実施態様によれば、レーザ光4が照射された後、主走査バースモータ45によって、光学ヘッド15が主走査方向に距離Lだけ移動された時点で、励起された蛍光色素から放出される蛍光を、凸レンズ19、ミラー18、凹面ミラー26、凹面ミラー27によって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取っているから、残蛍光25を検出するのに、レーザ励起光源を断続的にオン・オフさせる必要がなく、したがって、高速で、蛍光画像を読み取ることが可能となる。

【0125】さらに、本実施態様によれば、光学ヘッド15と光学ヘッド55は取り外して交換可能に構成されているから、画像読み取り装置を、共通の用途に使用される蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して利用することが可能になる。

【0126】また、本実施態様によれば、光学ヘッド15および光学ヘッド55は、検出点に位置する蛍光色素から発せられ、ミラー18によって反射された残蛍光25および輝尽性蛍光体から放出され、穴明きミラー58によって反射された輝尽光25のみを通過させ、その中心が残蛍光25および輝尽光25の光路中心と一致するように形成された絞り24を備えているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0127】図12は、本発明の別の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【0128】本実施態様にかかる画像読み取り装置は、光学ヘッド15に代えて、光学ヘッド65が用いられている点を除き、図1ないし図11に示された実施態様にかかる画像読み取り装置と同様の構成を有している。

23

【0129】図12に示されるように、本実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられている光学ヘッド65は、ミラー66およびミラー68と、凸レンズ67および凸レンズ69と、絞り部材23とを備えている。絞り部材23には、絞り24が設けられている。本実施態様においては、凸レンズ67と凸レンズ69の光軸は平行ではなく、所定の角度 θ をなし、レーザ光4は、凸レンズ67によって画像担体22上の励起点35に集光され、励起点35と距離L2だけ隔たった検出点36に位置する蛍光色素から放出される蛍光25が、凸レンズ69によって集光され、下流側の光学系に導かれている。

【0130】本実施態様においても、図1ないし図11に示された実施態様と同様に、レーザ光4が照射された後、主走査パルスモータ45によって、光学ヘッド65が、主走査方向に距離L2だけ移動され、画像担体22上の励起点35が、図12に示される検出点36まで移動したときに、蛍光色素から放出される残蛍光25を、凸レンズ69によって集光し、ミラー68、絞り24、凹面ミラー26および凹面ミラー27によって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るように構成されている。

【0131】光学ヘッド65は、図2に示される光学ヘッド15と同様に、主走査パルスモータ45によって、主走査方向に移動され、本実施態様においては、その移動速度は、V2メートル/秒に設定されている。このため、レーザ光4によって励起されてから、L2/V2秒後に、蛍光色素から発せられる残蛍光25が凸レンズ69によって集光される。

【0132】一般に、蛍光色素から、残蛍光25が放出される時間はきわめて短く、したがって、励起点35と検出点36の距離が長いと、光学ヘッド15および光学ヘッド65を、主走査方向に、きわめて高速で移動させなければならないが、光学系を備え、エンドレスベルト46によって駆動される光学ヘッド15および光学ヘッド65を高速で移動させることは困難である。したがって、励起点35と検出点36の距離を十分に短く設定することが望ましい。しかしながら、図2に示された光学ヘッド15にあっては、凸レンズ17と凸レンズ19の光軸が平行であるため、スペース上の制約から、距離L1を十分に短く設定することが困難であるが、前述のように、本実施態様においては、凸レンズ67と凸レンズ69の光軸は平行ではなく、所定の角度 θ をなしているため、スペース上の制約を受けることなく、距離L2が十分に小さくなるように、ミラー66、ミラー68、凸レンズ67および凸レンズ69を配置することができ、したがって、所望のように、残蛍光25を検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になる。

【0133】以上のように構成された本実施態様にかか

24

る画像読み取り装置にあっては、画像担体22に担持された蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、光学ヘッド65に入射したレーザ光4は、ミラー66によって反射され、凸レンズ67によって、画像担体22の励起点35に集光される。その結果、励起点35に位置している蛍光色素が励起されて、同時蛍光が発せられるが、画像読み取り装置は同時蛍光は検出しない。

【0134】その後、主走査パルスモータ45によって、光学ヘッド65が主走査方向に移動され、画像担体22の励起点35が検出点36まで移動すると、検出点36に位置する蛍光色素から放出された残蛍光25が、凸レンズ69によって集光され、平行な光とされた後、ミラー68によって反射され、絞り24を通過して凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー26によって、凹面ミラー27に集光される。

【0135】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32cに入射し、励起光である473nmの波長の光がカットされて、蛍光物質、たとえば、SYPRO Ruby（登録商標）から放出された残蛍光25の波長域の光のみがフィルタ32cを透過し、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0136】光学ヘッド65は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査されて、画像担体22に含まれた蛍光色素から放出された残蛍光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持された蛍光画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0137】フォトマルチプライア30によって、残蛍光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0138】一方、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたサザン・ブロット・ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子中の放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取るときには、図1ないし図11に示された実施態様と全く同様にして、光学ヘッド15が取り外され、図11に示された光学ヘッド55が取り付けられて、輝尽性蛍光体から放出される輝尽光を光電的に検出することによって、オートラジオグラフィ画像が読み取られる。

【0139】本実施態様によれば、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された

蛋白質分子の電気泳動画像を読み取る時は、励起光であるレーザ光4が照射されていない蛍光色素から放出される残蛍光25を検出しているため、レーザ光4が画像データ中にノイズを生成することを防止することができ、S/N比を向上させることが可能となる。

【0140】また、本実施態様によれば、レーザ光4が照射された後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド65が主走査方向に距離L2だけ移動された時点で、励起された蛍光色素から放出される蛍光を、凸レンズ69、ミラー68、凹面ミラー26、凹面ミラー2710によって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取っているから、残蛍光25を検出するのに、レーザ励起光源を断続的にオン・オフさせる必要がなく、したがって、高速で、蛍光画像を読み取ることが可能となる。

【0141】さらに、本実施態様によれば、凸レンズ67と凸レンズ69の光軸は平行ではなく、所定の角度 θ をなしているため、スペース上の制約を受けることなく、距離L2が十分に小さくなるように、ミラー66、ミラー68、凸レンズ67および凸レンズ69を配置することができ、したがって、所望のように、残蛍光25を検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になる。

【0142】また、本実施態様によれば、光学ヘッド15と光学ヘッド65は取り外して交換可能に構成されているから、画像読み取り装置を、共通の用途に使用される蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して利用することが可能になる。

【0143】さらに、本実施態様によれば、光学ヘッド65は、検出点に位置する蛍光色素から発せられ、ミラー68によって反射された残蛍光25のみを通過させ、その中心が残蛍光25の光路中心と一致するように形成された絞り24を備えているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0144】図13は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【0145】図13に示されるように、本実施態様にかかる光学ヘッド70は、ミラー71と、ミラー71の角度を調整するための角度調整機構72と、穴73を有する穴明きミラー74と、凸レンズ75と、絞り部材23とを備えている。絞り部材23には絞り24が設けられている。図13に示されるように、本実施態様においては、蛍光画像を読み取る時は、レーザ光4は、ミラー71によって、画像担体22上の励起点35に集光され、励起点35と距離L3だけ隔たった検出点36に位

置する蛍光色素から放出される蛍光25が、凸レンズ75によって集光され、下流側の光学系に導かれている。他方、蓄積性シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたオートラジオグラフィ画像を読み取る時は、角度調整機構72を用いて、レーザ光4が、図13における検出点36に入射するように、ミラー71の角度が調整される。

【0146】本実施態様においても、前記実施態様と同様に、蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取る時は、レーザ光4が照射された後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド70が、主走査方向に距離L3だけ移動され、画像担体22上の励起点35が、図13に示される検出点36まで移動したときに、蛍光色素から放出される残蛍光25を、凸レンズ75によって集光し、穴明きミラー74、絞り24、凹面ミラー26、凹面ミラー27によって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取るように構成されている。

【0147】光学ヘッド70は、図2に示される光学ヘッド15と同様に、主走査バルスモータ45によって、主走査方向に移動され、本実施態様においては、その移動速度は、V3メートル/秒に設定されている。このため、レーザ光4によって励起されてから、L3/V3秒後に、蛍光色素から発せられる残蛍光25が凸レンズ75によって集光される。

【0148】本実施態様においては、ミラー71の角度を調整する角度調整機構72が設けられているから、スペース上の制約を受けることなく、距離L3が十分に小さくなるように、ミラー71、角度調整機構72、穴明きミラー74および凸レンズ75を配置することができ、したがって、所望のように、残蛍光25を検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になる。

【0149】以上のように構成された本実施態様にかかる画像読み取り装置にあっては、画像担体22に担持された蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取る時は、光学ヘッド70に入射したレーザ光4は、角度調整機構72によって、その角度が調整されたミラー71によって反射され、穴明きミラー74の穴73を通過し、凸レンズ75によって、画像担体22の励起点35に集光される。その結果、励起点35に位置している蛍光色素が励起されて、同時蛍光が発せられるが、画像読み取り装置は同時蛍光は検出しない。

【0150】その後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド70が主走査方向に移動され、画像担体22の励起点35が検出点36まで移動すると、検出点に位置する蛍光色素から放出された残蛍光25が、凸レンズ75によって集光され、平行な光とされた後、穴明

きミラー74によって反射されて、絞り24を通過して凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー26によって、凹面ミラー27に集光される。

【0151】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32cに入射し、励起光である473nmの波長の光がカットされて、蛍光物質、たとえば、SYPRO Ruby（登録商標）から放出された残蛍光25の波長域の光のみがフィルタ32cを透過し、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0152】光学ヘッド65は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査されて、画像担体22に含まれた蛍光色素から放出された残蛍光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持された蛍光画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0153】フォトマルチプライア30によって、残蛍光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0154】これに対して、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたサザン・ブロット・ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子中の放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取る場合には、角度調整機構72によって、レーザ光4が、図13に示される検出点36に入射するように、ミラー71の角度が調整される。

【0155】光学ヘッド70に入射したレーザ光4は、ミラー71によって反射され、穴明きミラー74の穴73を通過し、凸レンズ75によって、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層上に集光される。

【0156】その結果、輝尽性蛍光体層に含まれた輝尽性蛍光体が励起され、輝尽性蛍光体から輝尽光が放出される。

【0157】輝尽性蛍光体から放出された輝尽光は、凸レンズ75によって、平行な光とされた後、穴明きミラー74に入射する。

【0158】輝尽光25は、穴明きミラー74によって反射され、絞り24を通過して凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー27に集光される。

【0159】凹面ミラー27に集光された輝尽光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32dに入射し、励起光である640nmの波長の光がカットされ、輝尽光の波長域の光のみがフィルタ32dを透過して、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0160】光学ヘッド70は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査されて、画像担体22に含まれた輝尽性蛍光体から放出された輝尽光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持されたオートラジオグラフィ画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0161】フォトマルチプライア30によって、輝尽光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0162】本実施態様によれば、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、励起光であるレーザ光4が照射されていない蛍光色素から放出される残蛍光25を検出しているため、レーザ光4が画像データ中にノイズを生成することを防止することができ、S/N比を向上させることが可能となる。

【0163】また、本実施態様によれば、レーザ光4が照射された後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド70が主走査方向に距離L3だけ移動された時点で、励起された蛍光色素から放出される蛍光を、凸レンズ75、穴明きミラー74、凹面ミラー26、凹面ミラー27により、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取っているから、残蛍光25を検出するために、レーザ励起光源を断続的にオン・オフさせる必要がなく、したがって、高速で、蛍光画像を読み取ることが可能となる。

【0164】さらに、本実施態様によれば、角度調整機構72によって、ミラー71の角度が調整可能であるため、スペース上の制約を受けることなく、距離L3が十分に小さくなるように、ミラー71、角度調整機構72、穴明きミラー74および凸レンズ75を配置することができ、したがって、所望のように、残蛍光25を検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になる。

【0165】また、本実施態様によれば、角度調整機構72により、単に、レーザ光4が画像担体22上に入射する励起点35と検出点36の位置関係を制御するだけで、画像読み取り装置を、共通の用途に使用される蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して利用することが可能になる。

【0166】さらに、本実施態様によれば、光学ヘッド70は、検出点36に位置する蛍光色素から発せられ、穴明きミラー74によって反射された残蛍光25のみを

通過させ、その中心が残蛍光25の光路中心と一致するように形成された絞り24を備えているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0167】図14は、図13に示された画像読み取り装置に使用することのできる光学ヘッドの他の例を示す略縦断面図である。

【0168】図14に示されるように、本実施態様においては、ミラー71が、レーザ光4を、凸レンズ75の光軸に対して、図13とは反対側に位置する画像担体22上の励起点35に導くように、ミラー71の角度が角度調整機構72によって調整されている。したがって、このように構成された光学ヘッド70によれば、走査方向を問わず、所望のように、残蛍光25を検出して、蛍光画像を読み取ることが可能になる。

【0169】図15は、本発明の他の実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【0170】図15に示されるように、光学ヘッド80は、ミラー81、ミラー82、ミラー81の角度を調整するための角度調整機構83、穴84を有する穴明きミラー85、凸レンズ86、凸レンズ86、および絞り部材23を備えている。絞り部材23には、絞り24が設けられている。本実施態様においては、蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、図15に示されるように、ミラー81が、入射したレーザ光4を画像担体22上の励起点35に導くように、角度調整機構83によって、その角度が調整され、図15においては、励起点35と距離L4だけ隔たった検出点36に位置する蛍光色素から放出される蛍光25が、凸レンズ87によって集光され、下流側の光学系に導かれている。他方、蓄積性シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたオートラジオグラフィ画像を読み取るときは、角度調整機構83によって、ミラー81はレーザ光4の光路内から退避され、レーザ光4は、ミラー82に入射して、穴明きミラー85に形成された穴84を通過し、凸レンズ87によって、画像担体22上の検出点36に集光される。

【0171】本実施態様においても、前記実施態様と同様に、蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、レーザ光4が照射された後、主走査パルスモータ45によって、光学ヘッド80が、主走査方向に距離L4だけ移動され、画像担体22上の励起点35が、図15に示される検出点36まで移動したときに、蛍光色素から放出される残蛍光25を、凸レンズ87によって集光し、穴明きミラー85、絞り24、凹面ミラー26、凹面ミラー27に

よって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取るように構成されている。

【0172】光学ヘッド80は、図2に示される光学ヘッド15と同様に、主走査パルスモータ45によって、主走査方向に移動され、本実施態様においては、その移動速度は、V4メートル/秒に設定されている。このため、レーザ光4によって励起されてから、L4/V4秒後に、蛍光色素から発せられる残蛍光25が凸レンズ87によって集光される。

【0173】以上のように構成された本実施態様にかかる画像読み取り装置にあっては、画像担体22に担持された蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、光学ヘッド80に入射したレーザ光4は、角度調整機構83によって、図15に示される位置に保持されたミラー81によって反射され、凸レンズ86により、画像担体22の励起点35に集光される。その結果、励起点35に位置している蛍光色素が励起されて、同時蛍光が発せられるが、画像読み取り装置は同時蛍光は検出しない。

【0174】その後、主走査パルスモータ45によって、光学ヘッド80が主走査方向に移動され、画像担体22の励起点35が検出点36まで移動すると、検出点に位置する蛍光色素から放出された残蛍光25が、凸レンズ87によって集光され、平行な光とされた後、穴明きミラー85によって反射されて、絞り24を通過して凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー26によって、凹面ミラー27に集光される。

【0175】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32cに入射し、励起光である473nmの波長の光がカットされて、蛍光物質、たとえば、SYPRO Ruby（登録商標）から放出された残蛍光25の波長域の光のみがフィルタ32cを透過し、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0176】光学ヘッド80は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査されて、画像担体22に含まれた蛍光色素から放出された残蛍光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持された蛍光画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0177】フォトマルチプライア30によって、残蛍光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0178】これに対して、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたサザン・プロット・

ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子中の放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像を読み取る場合には、角度調整機構83によって、ミラー81がレーザ光4の光路内から退避される。

【0179】図16は、ミラー81がレーザ光4の光路内から退避した状態を示す光学ヘッドの略断面図である。

【0180】光学ヘッド80に入射したレーザ光4は、ミラー82によって反射され、穴明きミラー85の穴84を通過し、凸レンズ87によって、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層上に集光される。

【0181】その結果、輝尽性蛍光体層に含まれた輝尽性蛍光体が励起され、輝尽性蛍光体から輝尽光が放出される。

【0182】輝尽性蛍光体から放出された輝尽光は、凸レンズ87によって、平行な光とされた後、穴明きミラー85に入射する。

【0183】輝尽光25は、穴明きミラー85によって反射され、絞り24を通過し、凹面ミラー26に入射して、凹面ミラー27に集光される。

【0184】凹面ミラー27に集光された輝尽光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32dに入射し、励起光である640nmの波長の光がカットされ、輝尽光の波長域の光のみがフィルタ32dを透過して、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0185】光学ヘッド80は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査されて、画像担体22に含まれた輝尽性蛍光体から放出された輝尽光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持されたオートラジオグラフィ画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0186】フォトマルチプライア30によって、輝尽光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0187】本実施態様によれば、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、励起光であるレーザ光4が照射されていない蛍光色素から放出される残蛍光25を検出しているので、レーザ光4が画像データ中にノイズを生成することを防止することができ、S/N比を向上させることが可能となる。

【0188】また、本実施態様によれば、レーザ光4が照射された後、主走査バレスモータ45によって、光学

ヘッド80が主走査方向に距離L4だけ移動された時点で、励起された蛍光色素から放出される蛍光を、凸レンズ87、穴明きミラー85、凹面ミラー26、凹面ミラー27により、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取っているから、残蛍光25を検出するために、レーザ励起光源を断続的にオン・オフさせる必要がなく、したがって、高速で、蛍光画像を読み取ることが可能となる。

【0189】さらに、本実施態様によれば、角度調整機構83により、単に、ミラー81をレーザ光4の光路内に位置させ、あるいは、レーザ光4の光路内から退避させるだけで、画像読み取り装置を、共通の用途に使用される蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して利用することが可能になる。

【0190】また、本実施態様によれば、光学ヘッド80は、検出点に位置する蛍光色素から発せられ、穴明きミラー85によって反射された残蛍光25のみを通過させ、その中心が残蛍光25の光路中心と一致するように形成された絞り24を備えているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0191】図17は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【0192】図17に示されるように、本実施態様にかかる光学ヘッド88は、レーザ光を反射して、画像担体22に導くミラー89と、画像担体22から発せられた光を反射するミラー90と、凸レンズ91と、絞り部材23とを備えている。絞り部材23には、絞り24が設けられている。図17に示されるように、本実施態様においては、凸レンズ91の光軸が画像担体22に対して垂直ではなく、所定の傾きをもって、構成されており、ミラー89によって反射されたレーザ光4および画像担体22より発せられた蛍光25は、いずれも、凸レンズ91を通過するように構成されている。すなわち、ミラー89によって反射されたレーザ光4は、画像担体22に対して、実質的に垂直な光路を有しているため、画像担体22に対して、光軸が所定の傾きを有している凸レンズ91に対しては、所定の傾きをもって入射し、凸レンズ91によって、画像担体22上の励起点35に集光される一方、励起点35と距離L5だけ隔たった検出点36に位置する蛍光色素から放出される蛍光25が、凸レンズ91によって、ミラー90に集光され、ミラー90によって反射されて、絞り部材23に形成された絞り24を介して、下流側の光学系に導かれる。

【0193】本実施態様においても、前記実施態様と同

様に、蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取る時は、レーザ光4が照射された後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド88が、主走査方向に距離L5だけ移動され、画像担体22上の励起点35が、図17に示される検出点36まで移動したときに、蛍光色素から放出される残蛍光25を、凸レンズ91によって集光し、ミラー90、絞り24、凹面ミラー26、凹面ミラー27によって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取るように構成されている。

【0194】光学ヘッド88は、図2に示される光学ヘッド15と同様に、主走査バルスモータ45によって、主走査方向に移動され、本実施態様においては、その移動速度は、V5メートル/秒に設定されている。このため、レーザ光4によって励起されてから、L5/V5秒後に、蛍光色素から発せられる残蛍光25が凸レンズ91によって集光される。

【0195】以上のように構成された本実施態様にかかる画像読み取り装置にあっては、光学ヘッド88に入射したレーザ光4は、ミラー89によって反射され、凸レンズ91によって、画像担体22の励起点35に集光される。その結果、励起点35に位置している蛍光色素が励起されて、同時蛍光が発せられるが、画像読み取り装置は同時蛍光は検出しない。

【0196】その後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド88が主走査方向に移動され、画像担体22の励起点35が検出点36まで移動すると、検出点36に位置する蛍光色素から放出された残蛍光25が、凸レンズ91によって集光されて、平行な光とされた後、ミラー90によって反射され、絞り24を通過して、凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー26によって、凹面ミラー27に集光される。

【0197】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32cに入射し、励起光である473nmの波長の光がカットされて、蛍光物質、たとえば、SYPRO Ruby（登録商標）から放出された残蛍光25の波長域の光のみがフィルタ32cを透過し、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

【0198】前述のように、光学ヘッド88は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査され、画像担体22に含まれた蛍光色素から放出された残蛍光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持された蛍光画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0199】フォトマルチプライア30によって、残蛍光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像

データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0200】本実施態様によれば、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取る時は、励起光であるレーザ光4が照射されていない蛍光色素から放出される残蛍光25を検出しているため、レーザ光4が画像データ中にノイズを生成することを防止することができ、S/N比を向上させることが可能となる。

【0201】また、本実施態様によれば、レーザ光4が照射された後、主走査バルスモータ45によって、光学ヘッド88が主走査方向に距離L5だけ移動された時点で、励起された蛍光色素から放出される蛍光を、凸レンズ91、ミラー90、絞り24、凹面ミラー26、凹面ミラー27により、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取っているから、残蛍光25を検出するために、第2のレーザ励起光源2を断続的にオン・オフさせる必要がなく、したがって、高速で、蛍光画像を読み取ることが可能となる。

【0202】さらに、本実施態様によれば、凸レンズ91が、画像担体22に対して、所定の角度を有しているため、レーザ光4を集光するためのレンズと、画像担体22から発せられる蛍光25を集光するためのレンズを、一つの凸レンズ91によって兼用することができ、したがって、光学ヘッド88を構成する部品点数を少なくすることができ、コストの低減化が可能となるとともに、光学ヘッド88を軽量化することが可能になり、主走査バルスモータ45による走査の負荷を低減することができる。

【0203】また、本実施態様によれば、ミラー90に穴明きミラーを用いる必要がないため、集光効率を向上させることが可能になる。

【0204】さらに、本実施態様によれば、光学ヘッド88は、検出点に位置する蛍光色素から発せられ、ミラー90によって反射された残蛍光25のみを通過させ、その中心が残蛍光25の光路中心と一致するように形成された絞り24を備えているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0205】図18は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【0206】図18に示されるように、本実施態様にかかる光学ヘッド92は、レーザ光を反射して、画像担体22に導くミラー93と、画像担体22から発せられた光を反射するミラー94と、凸レンズ95と、絞り部材

23とを備えている。絞り部材23には絞り24が設けられている。図18に示されるように、本実施態様においては、凸レンズ95の光軸は、画像担体22に対して、実質的に垂直であり、ミラー93によって反射されたレーザ光4は、所定の傾きをもって、凸レンズ95に入射するように構成されている。ミラー93によって反射されたレーザ光4および画像担体22より発せられた蛍光25は、いずれも、凸レンズ95を通過するように構成されている。すなわち、ミラー93によって反射されたレーザ光4は、画像担体22に対して、所定の傾きをもって、凸レンズ95に入射し、凸レンズ95を介して、画像担体22上の励起点35に集光される一方、励起点35と距離L6だけ隔たった検出点36に位置する蛍光色素から放出される蛍光25が、凸レンズ95によってミラー94に集光され、ミラー94によって反射されて、絞り部材23に形成された絞り24を介して、下流側の光学系に導かれる。

【0207】本実施態様においても、前記実施態様と同様に、蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、レーザ光4が照射された後、主走査バースモータ45によって、光学ヘッド92が、主走査方向に距離L6だけ移動され、画像担体22上の励起点35が、図18に示される検出点36まで移動したときに、蛍光色素から放出される残蛍光25を、凸レンズ95によって集光し、ミラー94、絞り24、凹面ミラー26、凹面ミラー27によって、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取るように構成されている。

【0208】光学ヘッド92は、図2に示される光学ヘッド15と同様に、主走査バースモータ45によって、主走査方向に移動され、本実施態様においては、その移動速度は、V6メートル/秒に設定されている。このため、レーザ光4によって励起されてから、L6/V6秒後に、蛍光色素から発せられる残蛍光25が凸レンズ97によって集光される。

【0209】以上のように構成された本実施態様にかかる画像読み取り装置にあっては、光学ヘッド92に入射したレーザ光4は、ミラー93によって反射され、凸レンズ95によって、画像担体22の励起点35に集光される。その結果、励起点35に位置している蛍光色素が励起されて、同時蛍光が発せられるが、画像読み取り装置は同時蛍光は検出しない。

【0210】その後、主走査バースモータ45によって、光学ヘッド92が主走査方向に移動され、画像担体22の励起点35が検出点36まで移動すると、検出点36に位置する蛍光色素から放出された残蛍光25が、凸レンズ95によって集光されて、平行な光とされた後、ミラー94によって反射され、絞り24を通過して、凹面ミラー26に入射し、凹面ミラー26によ

て、凹面ミラー27に集光される。

【0211】凹面ミラー27に集光された残蛍光25は、図3に示されるように、凹面ミラー27によって下方に反射され、フィルタユニット28のフィルタ32cに入射し、励起光である473nmの波長の光がカットされて、蛍光物質、たとえば、SYPRO Ruby（登録商標）から放出された残蛍光25の波長域の光のみがフィルタ32cを透過し、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。

10 【0212】前述のように、光学ヘッド92は、X方向およびY方向に移動されるため、レーザ光4によって、画像担体22の全面が走査され、画像担体22に含まれた蛍光色素から放出された残蛍光25が、フォトマルチプライア30によって、光電的に検出される。その結果、画像担体22に担持された蛍光画像が読み取られ、アナログ画像データが生成される。

【0213】フォトマルチプライア30によって、残蛍光25が残蛍光25が光電的に検出されて、生成されたアナログ画像データは、A/D変換器33によって、デジタル画像データに変換され、画像データ処理装置34に送られる。

【0214】本実施態様によれば、ゲル支持体あるいは転写支持体などに記録された蛍光物質によって標識された試料の蛍光画像、たとえば、ゲル支持体に担持されたSYPRO Ruby（登録商標）によって標識された蛋白質分子の電気泳動画像を読み取るときは、励起光であるレーザ光4が照射されていない蛍光色素から放出される残蛍光25を検出しているので、レーザ光4が画像データ中にノイズを生成することを防止することができ、S/N比を向上させることが可能となる。

30 【0215】また、本実施態様によれば、レーザ光4が照射された後、主走査バースモータ45によって、光学ヘッド92が主走査方向に距離L5だけ移動された時点で、励起された蛍光色素から放出される蛍光を、凸レンズ95、ミラー94、絞り24、凹面ミラー26、凹面ミラー27により、フォトマルチプライア30に導いて、光電的に検出し、蛍光画像を読み取っているから、残蛍光25を検出するために、第2のレーザ励起光源2を断続的にオン・オフさせる必要がなく、したがって、高速で、蛍光画像を読み取ることが可能となる。

【0216】さらに、本実施態様によれば、レーザ光4を集光するためのレンズと、画像担体22から発せられる蛍光25を集光するためのレンズを、一つの凸レンズ95によって兼用しているため、光学ヘッド92を構成する部品点数を少なくすることができ、したがって、コストの低減化を図ることが可能となるとともに、光学ヘッド94を軽量化することが可能となり、主走査バースモータ45による走査の負荷を低減することができる。

50 【0217】また、本実施態様によれば、ミラー94に穴明きミラーを用いる必要がないため、集光効率を向上

させることが可能になる。

【0218】さらに、本実施態様によれば、光学ヘッド92は、検出点に位置する蛍光色素から発せられ、ミラー94によって反射された残蛍光25のみを通過させ、その中心が残蛍光25の光路中心と一致するように形成された絞り24を備えているから、励起光をカットして、画像データ中のノイズを低減するとともに、高い解像度を有する画像を再生することのできる画像データを生成することが可能になる。

【0219】本発明は、以上の実施態様に限定されことなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

【0220】たとえば、前記実施態様においては、ゲル支持体上で、電気泳動された蛋白質分子を蛍光色素によって染色して、蛍光画像をゲル支持体に記録し、また、サザン・ブロット・ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子の電気泳動画像を、オートラジオグラフィ画像検出システムにしたがって、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録し、これらを光電的に読み取る場合につき、説明を加えたが、本発明は、かかる画像の読み取りに限定されることがなく、たとえば、蛍光検出システムによって、ゲル支持体あるいは転写支持体に記録されたサザン・ブロット・ハイブリタイゼーション法を利用した遺伝子の電気泳動画像などの蛍光物質の他の画像や、ゲル支持体あるいは転写支持体に記録された蛋白質の分離、同定、あるいは、分子量、特性の評価などをおこなうための蛍光物質の画像の読み取りや、蛋白質の薄層クロマトグラフィ(TLC)により生成され、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたオートラジオグラフィ画像、ポリアクリルアミドゲル電気泳動法によって、蛋白質の分離、同定、あるいは、分子量、特性の評価などをおこなうために、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたオートラジオグラフィ画像、実験用マウスにおける投与物質の代謝、吸収、排泄の経路、状態などを研究するために、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録されたオートラジオグラフィ画像などの蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された他のオートラジオグラフィ画像の読み取りはもとより、電子顕微鏡を用いて生成され、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された金属あるいは非金属試料の電子線透過画像や電子線回折画像、生物体組織などの電子顕微鏡画像、さらには、金属あるいは非金属試料などの蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された放射線回折画像、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された化学発光画像などの読み取りにも、広く適用することができる。

【0221】さらに、前記実施態様においては、画像読み取り装置は、第1のレーザ励起光源1、第2のレーザ

励起光源2および第3のレーザ励起光源3を備えているが、3つのレーザ励起光源を備えていることは必ずしも必要がなく、転写支持体あるいはゲル支持体に担持された蛍光画像と、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像、蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された金属あるいは非金属試料の電子線透過画像や電子線回折画像、生物体組織などの電子顕微鏡画像、金属あるいは非金属試料などの蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された放射線回折画像および蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された化学発光画像の双方を読み取り可能に構成されていればよく、たとえば、第2のレーザ励起光源2を設けずに、第1のレーザ励起光源1のみを設けて、640nmの波長のレーザ光で効率よく励起可能なCy-5などを用いて、試料を標識して生成した蛍光画像ならびに蓄積性蛍光体シートに形成された輝尽性蛍光体層に記録された放射性標識物質の位置情報に関するオートラジオグラフィ画像、電子顕微鏡画像、放射線回折画像および化学発光画像を読み取り可能に構成することもできる。

【0222】また、前記実施態様においては、第1のレーザ励起光源1として、640nmの波長のレーザ光4を発する半導体レーザ光源を用いているが、640nmの波長のレーザ光4を発する半導体レーザ光源に代えて、633nmの波長を有するレーザ光4を発するHe-Neレーザ光源あるいは635nmのレーザ光4を発する半導体レーザ光源を用いてもよい。

【0223】さらに、前記実施態様においては、第2のレーザ励起光源2として、532nmのレーザ光を発するレーザ光源を用い、第3のレーザ励起光源3として、473nmのレーザ光を発するレーザ光源を用いているが、励起する蛍光物質の種類に応じて、第2のレーザ励起光源2として、530ないし540nmのレーザ光を発するレーザ光源を、第3のレーザ励起光源3として、470ないし490nmのレーザ光を発するレーザ光源、たとえば、488nmの波長のレーザ光4を発するアルゴンレーザ光源を、それぞれ、用いることもできる。

【0224】また、前記実施態様においては、ステージ20を静止状態に維持し、走査機構により、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92を移動させることによって、レーザ光4によって、画像担体22の全面を走査しているが、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92を静止状態に維持し、ステージ20を移動させて、レーザ光4により、画像担体22の全面を走査するようにようにして、また、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92を、図1において、X方向にのみ移動させるとともに、ステージ20をY方向に移動させて、レーザ光4によって、画像担体

22の全面を走査するようにしてもよい。さらには、ステージ20および画像担体22を回転可能に構成して、これらを回転させるとともに、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92を回転の中心軸に直交する方向に移動させながら、画像担体22の全面を走査するようにすることもできる。

【0225】さらに、図15および図16に示された実施態様においては、凸レンズ86の光軸が、凸レンズ87の光軸と平行になるように、ミラー81、凸レンズ86、ミラー82、穴明きミラー85および凸レンズ87が配置されているが、凸レンズ86の光軸と凸レンズ87の光軸とが所定の角度をなすように、ミラー81、凸レンズ86、ミラー82、穴明きミラー85および凸レンズ87を配置してもよく、そのように配置する場合には、スペース上の制約を受けることなく、距離L4を十分に短く設定することができ、残蛍光25を高い光量で検出することが可能になる。

【0226】また、前記実施態様においては、穴57、73、84が形成された穴明きミラー58、74、85を用いているが、穴57、73、84に代えて、レーザ

光4を透過可能なコーティングを施すこともできる。
【0227】さらに、前記実施態様においては、光検出器として、フォトマルチプライア30を用いて、画像担体22から発せられた蛍光あるいは輝尽光を光電的に検出しているが、本発明において用いられる光検出器としては、蛍光あるいは輝尽光を光電的に検出可能であればよく、フォトマルチプライア30に限らず、フォトダイオードやCCDなどの他の光検出器を用いることができる。

【0228】また、前記実施態様においては、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92が、絞り24を有する絞り部材23を備えているが、絞り24を有する絞り部材23を設けることは必ずしも必要がなく、これを省略してもよい。

【0229】さらに、前記実施態様においては、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92が、絞り24を有する絞り部材23を備えているが、絞り部材23を光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92の内部に設けることは必ずしも必要がなく、絞り部材23を、光学ヘッド15、55、65、70、80、88、92とフォトマルチプライア30との間の光路に設けるようにしてもよい。

【0230】さらに、図17に示された実施態様においては、凸レンズ91の光軸が画像担体22に対して垂直ではなく所定の角度を有している一方、レーザ光4が、画像担体22に対して、実質的に垂直に入射し、図18に示された実施態様においては、凸レンズ95の光軸が画像担体22に対して実質的に垂直である一方、レーザ光4が、画像担体22に対して、垂直ではなく、所定の角度で、入射するように構成されているが、このように

凸レンズの光軸およびレーザ光4の入射方向の一方を画像担体22に対して垂直とする必要はなく、凸レンズの光軸およびレーザ光4の入射方向の両方が画像担体22に対し、所定の角度を有するよう構成してもよい。

【0231】

【発明の効果】本発明によれば、励起光の照射が完了した後においても、蛍光物質から放出される残蛍光を検出して、効率的に、蛍光画像を読み取ることができ、かつ、蓄積性蛍光体シートを用いたオートラジオグラフィ画像検出システム、化学発光画像検出システム、電子顕微鏡画像検出システムおよび放射線回折画像検出システムと、蛍光画像検出システムに共通して、使用できる画像読み取り装置を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置の略斜視図である。

【図2】図2は、図1に示される光学ヘッドの内部構造を示す略断面図である。

【図3】図3は、フォトマルチプライア近傍の詳細を示す略斜視図である。

【図4】図4は、図3のA-A線に沿った略断面図である。

【図5】図5は、図3のB-B線に沿った略断面図である。

【図6】図6は、図3のC-C線に沿った略断面図である。

【図7】図7は、図3のD-D線に沿った略断面図である。

【図8】図8は、光学ヘッドの走査機構の略平面図である。

【図9】図9は、本発明の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置の制御系、入力系および駆動系を示すブロックダイアグラムである。

【図10】図10は、レーザ光による励起のタイミングと、蛍光色素から発せられる蛍光の強度との時間的關係を示すグラフである。

【図11】図11は、オートラジオグラフィ画像を読み取る場合に用いられる光学ヘッドの略縦断面図である。

【図12】図12は、本発明の別の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【図13】図13は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【図14】図14は、図13に示された画像読み取り装置に使用される光学ヘッドの他の例を示す略縦断面図である。

【図15】図15は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

41

42

【図16】図16は、ミラーがレーザ光4の光路内から退避した状態を示す光学ヘッドの略縦断面図である。

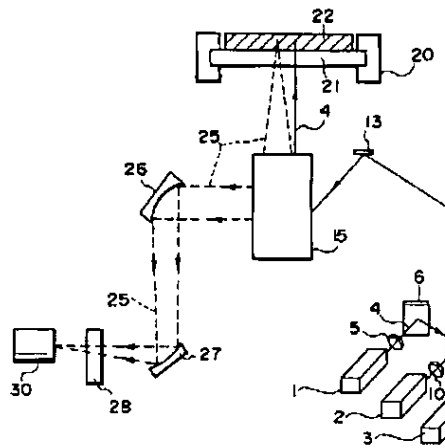
【図17】図17は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

【図18】図18は、本発明の他の好ましい実施態様にかかる画像読み取り装置に用いられる光学ヘッドの内部構造を示す略縦断面図である。

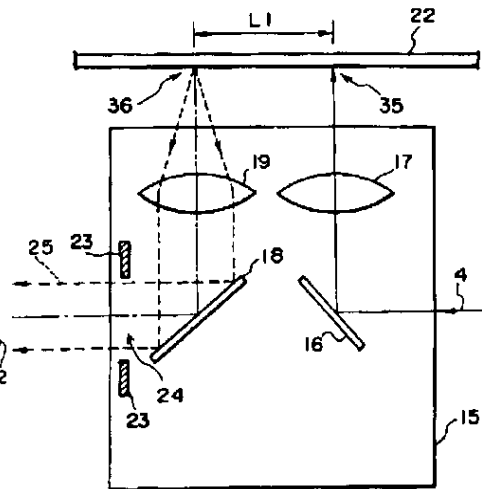
【符号の説明】

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1 第1のレーザ励起光源 | 10 51 キーボード |
| 2 第2のレーザ励起光源 | 52 フィルタユニットモータ |
| 3 第3のレーザ励起光源 | 55 光学ヘッド |
| 4 レーザ光 | 56 ミラー |
| 5 コリメータレンズ | 57 穴 |
| 6 ミラー | 58 穴明きミラー |
| 7 第1のダイクロイックミラー | 59 凸レンズ |
| 8 第2のダイクロイックミラー | 65 光学ヘッド |
| 9 ミラー | 66 ミラー |
| 10 コリメータレンズ | 67 凸レンズ |
| 11 コリメータレンズ | 20 68 ミラー |
| 12 ミラー | 69 凸レンズ |
| 13 ミラー | 70 光学ヘッド |
| 15 光学ヘッド | 71 ミラー |
| 16 ミラー | 72 角度調整機構 |
| 17 凸レンズ | 73 穴 |
| 18 ミラー | 74 穴明きミラー |
| 19 凸レンズ | 75 凸レンズ |
| 20 ステージ | 80 光学ヘッド |
| 21 ガラス板 | 81 ミラー |
| 22 画像担体 | 30 82 ミラー |
| 23 絞り部材 | 83 角度調整機構 |
| 24 絞り | 84 穴 |
| 26 凹面ミラー | 85 穴明きミラー |
| 27 凹面ミラー | 86 凸レンズ |
| 28 フィルタユニット | 87 凸レンズ |
| 30 フォトマルチプライア | 88 光学ヘッド |
| 31 a、31 b、31 c、31 d フィルタ部材 | 89 ミラー |
| 32 a、32 b、32 c、32 d フィルタ | 90 ミラー |
| 33 A/D変換器 | 91 凸レンズ |
| 34 画像データ処理装置 | 40 92 光学ヘッド |
| 35 励起点 | 93 ミラー |
| 36 検出点 | 94 ミラー |
| 40 基板 | 95 凸レンズ |

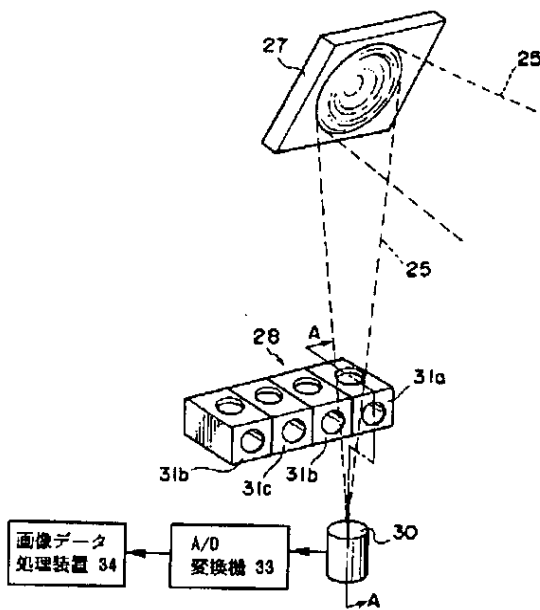
【図1】



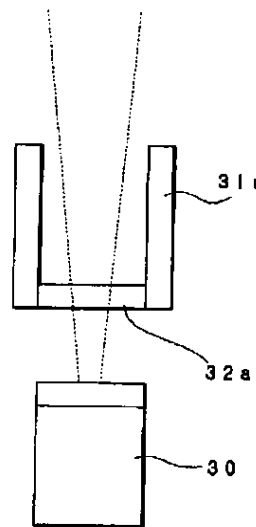
【図2】



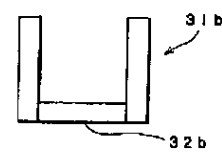
【図3】



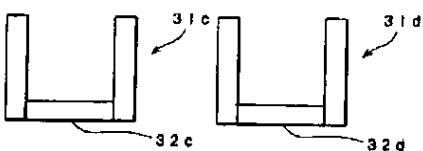
【図4】



【図5】

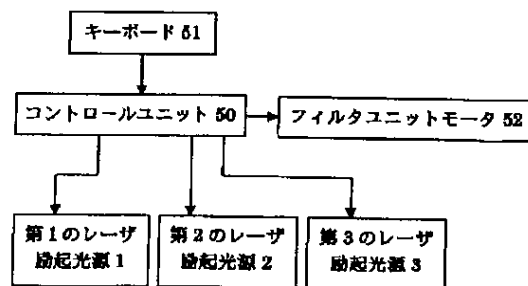


【図6】

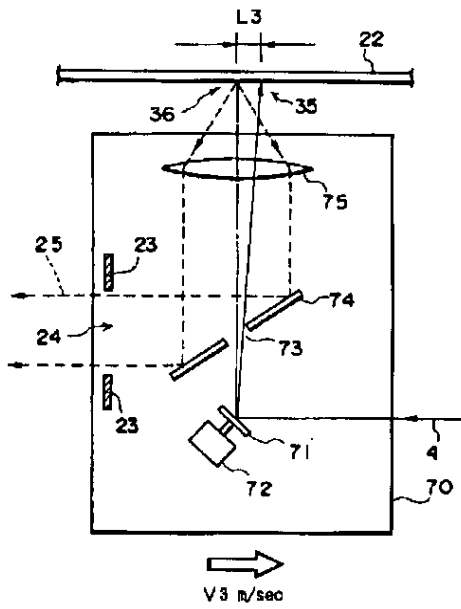


【図7】

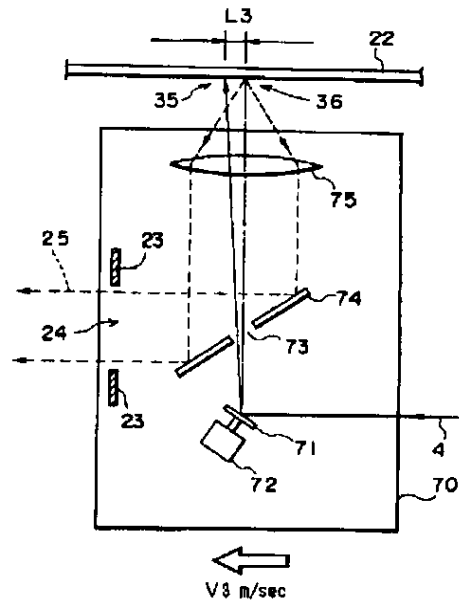
【図9】



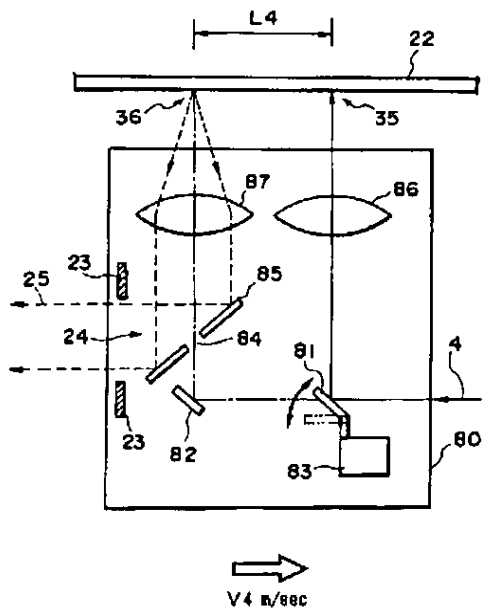
【図13】



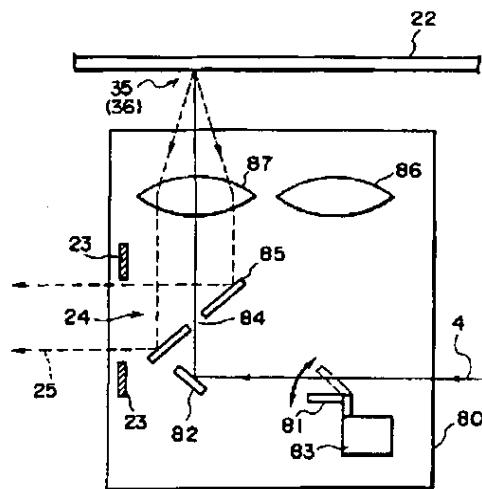
【図14】



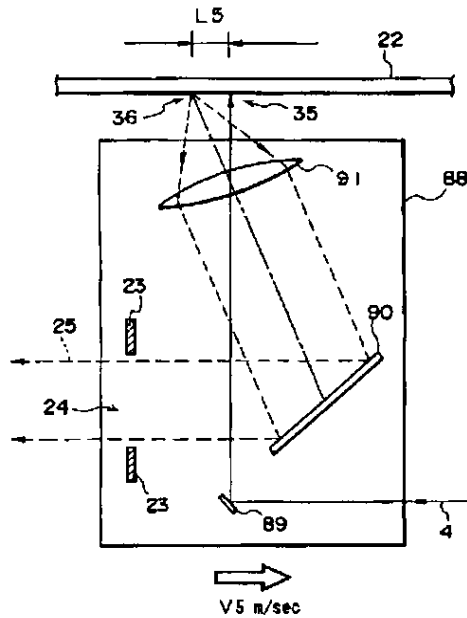
【図15】



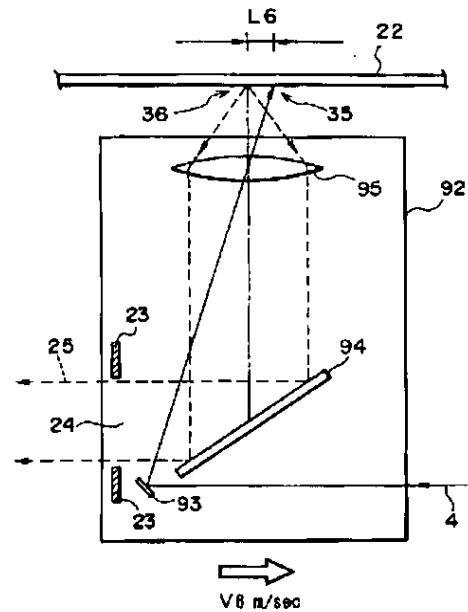
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 4 N 1/04
// G 0 1 N 21/64
27/447
33/58

G 0 1 N 21/64
33/58
H 0 4 N 1/04
G 0 1 N 27/26

F 5 C 0 7 2
A
E
3 2 5 B

Fターム(参考) 2G043 AA01 BA16 CA07 DA01 EA01
EA18 EA19 FA01 GA02 GA04
GA06 GB03 HA01 HA02 JA02
KA02 LA02 MA01 NA05
2G045 AA35 DA12 DA13 DA14 FA12
FB02 FB05 FB07 FB08 FB12
GC15 JA07
2G083 AA03 BB04 CC10 DD16 EE02
2H013 AC01 AC04 AC05
5B047 BC01 BC09 BC11 BC14 CA17
5C072 AA01 BA11 CA06 DA04 DA17
DA21 DA23 VA01